

## С е к ц и я 13

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА  
МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

## Подсекция 1.

## ПЕРЕРАБОТКА МИНЕРАЛЬНОГО И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ОСАЖДЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО НИКЕЛЯ  
НА АЛЮМИНИЕВУЮ ПОВЕРХНОСТЬ

И.А. Алексенко

Научный руководитель доцент О.И. Налесник

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Сплавы на основе алюминия имеют самое широкое применение в современном самолето-, ракето- и приборостроении. Они выгодно отличаются от сталей и медных сплавов многими положительными эксплуатационными свойствами (небольшая плотность, высокая тепло- и электропроводность, пластичность и др.) [8]

В настоящее время проблема повышения прочности и коррозионной стойкости, улучшения защитно-декоративных свойств материалов остается актуальной. Одним из способов решения этой проблемы является нанесение на поверхность материалов металлических покрытий [5].

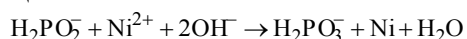
Интерес к химически осажденным никелевым покрытиям по сравнению с электролитическими никелевыми покрытиями обусловлен особыми физико-химическими характеристиками осадков, широко используемыми для модифицирования свойств поверхности [8].

Никель можно равномерно наносить внутри углублений, глухих отверстий и полостей. Он не накапливается на краях и имеет очень высокую износостойкость. Никелевые пленки, содержащие фосфор, имеют исключительную устойчивость к коррозии. Никель часто используется в качестве металлической подложки благодаря своим выравнивающим, сглаживающим и изолирующим свойствам. Он повышает устойчивость металлов к агрессивному воздействию хлорид- и цианид-ионов. Никель обладает низкой пластичностью, поэтому он не рекомендуется для создания гибких конструкций, но вполне применим для покрытия упругих материалов тонкой пленкой. Никелевые покрытия чрезвычайно стойки в растворах щелочей и некоторых кислот вследствие способности никеля к пассивации [9].

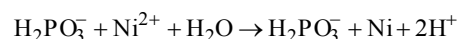
Процесс химического никелирования основан на восстановлении ионов никеля гипофосфитом в водных растворах. Механизм реакций, протекающих при химическом никелировании, весьма сложен и пока еще недостаточно изучен. Реакция восстановления никеля имеет ступенчатый характер. Предполагается, что первой стадией процесса является разложение гипофосфита водой с выделением атомарного водорода. Водород, абсорбируется на поверхности деталей, вступает в реакцию с ионами никеля, в результате чего выделяется металлический никель. Одновременно атомарный водород восстанавливает фосфор, который включается в состав покрытия [3].

Суммарные уравнения процессов щелочного и кислотного химического никелирования [4]:

Щелочной



Кислотный



В работе использовались электролиты химического никелирования, представленные в табл. 1. Никелем покрывались дюралюминиевые детали марки Д16Т, площадь поверхности составляла 43 см<sup>2</sup>. Согласно литературным источникам [1, 3] соотношение площади детали (дм<sup>2</sup>) к объему электролита (л) должно быть примерно равно единице, поэтому термостатированная ячейка имела объем 500 мл.

Основными параметрами, влияющими на химическое осаждение металлического никеля из раствора, являются: температура процесса, объем на единицу поверхности, время никелирования, состав и pH электролита. Проводили серии экспериментов с целью установления динамики скорости осаждения никеля из растворов электролитов химического никелирования.

Перед началом процесса каждую деталь взвешивали. Подготовка поверхности к процессу химического никелирования включала в себя обезжиривание в органических растворителях и щелочных растворах, щелочное травление, кислотное травление, двойную цинкатную обработку с промежуточным кислотным травлением [2, 6, 7]. После обработки поверхности деталь погружали в электролит, который предварительно был нагрет до рабочей температуры. При проведении процесса происходило изменение pH на 2–3 единицы. Для определения изменения скорости химического осаждения никеля деталь взвешивали с интервалом в 10 минут. Осаждение проводили до прекращения изменения массы детали, свидетельствующей о полной выработке электролита.

Скорости осаждения никеля ( $v_{Ni}$ ) определяли весовым методом. Расчет проводился по представленной ниже формуле.

$$v_{Ni} = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 10000}{d \cdot \tau \cdot S},$$

где  $m_1$  – начальная масса детали (в первом измерении учитывался поправочный коэффициент стравливания  $k = 0,9937$ ), г;  $m_2$  – конечная масса детали, г;  $d$  – плотность никеля, г/см<sup>3</sup>;  $S$  – площадь одной детали, см<sup>2</sup>;  $\tau$  – время проведения процесса, ч.

Таблица 1

Составы электролитов химического никелирования

Компоненты и условия осаждения	Состав электролита, г/л		
	1	2	3
Никель хлористый		25	
Натрий гипофосфит	20	20	30
Натрий лимоннокислый		40	
Аммоний хлористый		35	
Аммиак, 25 %		100 мл	
Сернокислый никель	20		40
Тиомочевина	3 мл		
Ацетат аммония			12
Аммоний сернокислый			30
Тетраборат натрия			5
Уксусная кислота	13–14		
Едкий натр	4–5		
pH	4–5	8–9	6–6,5
Температура, °C	75–80	80–90	70–75
Скорость осаждения, мкм/ч	11–15	10–15	10–15

На рис. 1 представлена зависимость скорости осаждения никеля из растворов химического никелирования от времени. Для всех электролитов характерно наличие стремительного роста скорости осаждения до максимального значения, с последующим уменьшением скорости осаждения до полного прекращения процесса. Однако для электролита 1 после роста наблюдается сильный спад, приводящий практически к полной остановке процесса никелирования, что требует использования активаторов для возобновления процесса. У электролитов 2 и 3 отсутствует данный недостаток, скорости осаждения этих электролитов близки по значению.

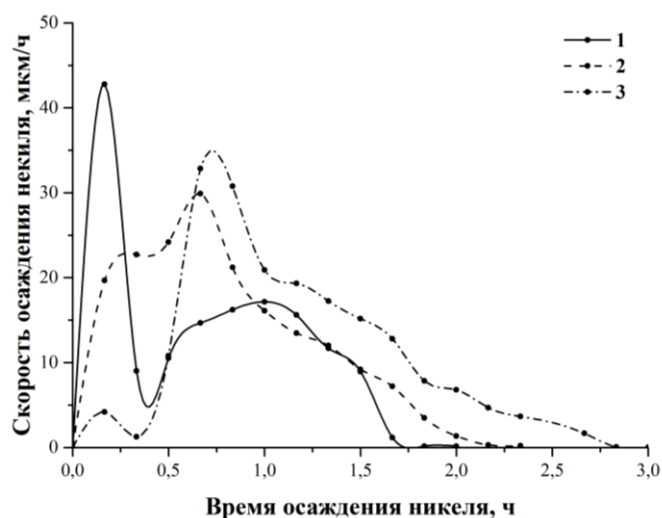


Рис. 1. Зависимость скорости осаждения никеля из растворов химического никелирования от времени

#### Выводы

Установлена возможность получения толстослойного никелевого покрытия на дюралюминиевых деталях марки Д16Т.

Исследована динамика осаждения никеля из различных электролитов химического никелирования.

Установлено, что электролит 1 уступает электролитам 2 и 3 по средней скорости осаждения никеля.

#### Литература

1. Mallory G.O., Hajdu J.B. (ed.). Electroless plating: fundamentals and applications. – Orlando: William Andrew Publishing, 1990. – 539 p.
2. Барон Ю.М. Технология конструкционных материалов: Учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2012. – 512 с.
3. Вайнер Я.В., Дасоян М.А. Технология электрохимических покрытий. – Ленинград: Машиностроение, 1972. – 464 с.
4. Горбунова К.М., Никифорова А.А. Физико-химические основы процесса химического никелирования. – Москва: Изд-во Академии наук СССР, 1960. – 207 с.
5. Дудкина В.В. Адгезионная прочность никелевых и цинковых покрытий с медной основой, электроосажденных в условиях внешней стимуляции лазерным излучением // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2013. – Вип. 2. – С. 83 – 91.
6. Зальцман Л.Г., Черная С.М. Спутник гальваника. – Киев: Техника, 1989. – 191 с.
7. Коротин А.И. Технология нанесения гальванических покрытий. – М.: Высшая школа, 1984. – 200 с.
8. Симунова С.С. Химическое никелирование алюминиевых сплавов. Автореферат. Дис. ... канд. техн. наук. – Иваново, 1997г. – 15 с.
9. Сулегин Д.А., Юрасова И.И. Исследование процесса никелирования с использованием диаграммы Пурбе // Инженерный журнал: наука и инновации. – Москва, 2013. – № 6. – С. 1 – 10.

### КИСЛОТУОПОРНАЯ КЕРАМИКА НА ОСНОВЕ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

**Б. Адырбаев, Е. Водопьянов**

Научный руководитель доцент Т.А. Адырбаева

*Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова,  
г. Шымкент, Республика Казахстан*

Химически стойкая керамика предназначена для службы в условиях воздействия агрессивных сред. Она должна обладать химической, механической и термической стойкостью, влаго- и газонепроницаемостью. Химически стойкая керамика позволяет значительно сократить расход дорогих и дефицитных специальных сталей и цветных металлов. Дешевизна и долговечность ставят керамические химически стойкие изделия в особое положение.

Основным сырьем для производства химически стойких изделий являются спекающиеся огнеупорные и тугоплавкие глины с огнеупорностью 1350 °С и выше. В состав масс для изготовления кислотоупоров, кроме глины, широко вводят добавки природных и искусственных материалов – полевые шпаты, пегматиты, тальк, дунит, пирофиллит, электрокорунд, карбид кремния, циркон и др.

Большая потребность в кислотоупорных материалах вынуждает ориентироваться при их выпуске на наиболее доступное и дешевое природное сырье. Проблема изыскания качественного сырья является одной из важнейших в странах СНГ, так как большая часть хорошо изученных и известных месторождений тугоплавких и огнеупорных глин находится на территории России и Украины.

В Казахстане химически стойкая керамика не выпускается. Дефицит покрывается поставками из России и Украины. Изучению отечественной минерально-сырьевой базы для производства химически стойкой керамики не уделялось должного внимания. В то же время на территории Казахстана имеются весьма перспективные месторождения минеральных ресурсов, пригодных в рассматриваемом производстве [1, 2]. Это подтверждает аналитический обзор химико-минералогического состава и технологических свойств полезных ископаемых месторождений каолинит-содержащих глин, отошающих материалов, пластификаторов и плавней Южно-Казахстанского региона. Тугоплавкие глины Ленгерского, Кельтемашатского, Каскасуйского, Мумбаканского и Баганалынского месторождений могут стать главной сырьевой базой. Бентонитовые глины Дарбазинского, Келесского и Кынгракского месторождений можно рассматривать как потенциальные пластифицирующие компоненты в сырьевой смеси кислотоупорных масс. Представляют несомненный интерес в качестве отошающих компонентов эффузивы типа тефрито-базальтов Даубабинского месторождения, обсидианы Турбатского и Кокпаксайского месторождений, кварцевые пески и кварциты Грунч-Булакского, Каратюбинского и Кожа-Тахтинского месторождений. В регионе широк выбор талька, доломита и полевых шпатов, способствующих образованию при обжиге жидкой фазы и снижению температуры спекания.

Традиционное производство кислотоупорного кирпича основано на использовании спекающихся тугоплавких и огнеупорных глин с широким интервалом спекания и шамота на их основе.

По результатам изучения химического и минерального состава, технологических свойств, физико-химических процессов и фазовых превращений при обжиге были проведены исследования по поиску новых по составу компонентов кислотоупоров на основе тугоплавких каолинито-гидрослюдистых с примесью кварца ленгерских глин и тефрито-базальтов Даубабы, кварцевых песков и кварцитов Грунчбулака, тальковых камней Бессаза и волластонитов Верхнебадамского месторождения.

Для лабораторных технологических экспериментов с использованием вышеуказанных видов минерального сырья путем теоретических расчетов были разработаны 20 составов кислотоупорных масс.